

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①0 **DE 39 39 866 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 23 K 26/06**  
B 44 C 1/22  
G 02 B 5/08

②1 Aktenzeichen: P 39 39 866.8  
②2 Anmeldetag: 1. 12. 89  
④3 Offenlegungstag: 6. 6. 91

DE 39 39 866 A 1

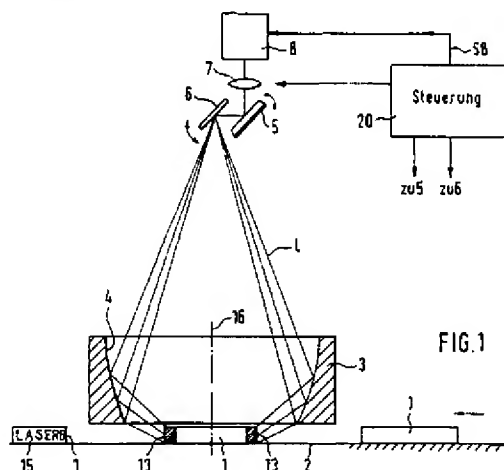
⑦1 Anmelder:  
Carl Baasel Lasertechnik GmbH, 8130 Starnberg, DE

⑦4 Vertreter:  
Klunker, H., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat.; Schmitt-Nilson, G.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Hirsch, P., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦2 Erfinder:  
Langhans, Lutz, Dr., 8130 Starnberg, DE

⑤4 Vorrichtung zum Beschriften einer Zylindermantelfläche mittels Lasergravur

Um eine Zylindermantelfläche mit einem Laserstrahl zu beschriften, ohne daß das Werkstück mit Hilfe einer aufwendigen Apparatur relativ zu dem Laserstrahl bewegt werden muß, ist ein rotationssymmetrischer Ringspiegel vorgesehen, dessen Symmetrieachse mit der Symmetrieachse der auf einem Zylindermantel liegenden Beschriftungsfläche zusammenfällt. Der rotationssymmetrische Ringspiegel weist eine in der die Symmetrieachse (16) enthaltenen Ebene gekrümmte Spiegelfläche (4) auf. Mit Hilfe einer aus zwei in senkrecht zueinanderstehenden stehenden Achsen beweglichen Umlenkspiegeln (5, 6) bestehenden Ablenkeinheit wird ein von einer Laserstrahlquelle (8) abgegebener Laserstrahl (L) von der Spiegelfläche (4) auf die Beschriftungsfläche (13) gelenkt. Die Spiegelfläche entspricht zumindest angenähert einem elliptischen Hohlspiegel. Dadurch wird eine annähernd astigmatismusfreie Fokussierung in zwei Achsen erreicht. Während des Beschriftungsvorgangs kann das Werkstück (1) stillstehen.



DE 39 39 866 A 1

6

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Beschriften einer Zylindermantelfläche eines Werkstücks mittels Lasergravur, mit einer Laserstrahlquelle und einer steuerbaren Strahlableitvorrichtung, die den Laserstrahl abhängig von der zu erzielenden Beschriftung auf einen fokussierenden Spiegel lenkt, der den Laserstrahl auf die Beschriftungsfläche reflektiert und fokussiert.

Bei vielen Werkstücken ist es üblich, nach der Fertigung der Werkstücke eine Beschriftung anzubringen. Es ist bekannt, zum Beispiel bei metallischen Werkstücken die Beschriftung mittels Lasergravur vorzunehmen. Dazu wird ein von einer Laserstrahlquelle erzeugter Laserstrahl in seiner Intensität gesteuert. Der Laserstrahl wird von einer Strahlableitvorrichtung, gegebenenfalls unter Zwischenschaltung einer Aufweitung, durch eine Fokussieroptik auf eine Beschriftungsfläche gelenkt. Mit Hilfe einer geeigneten Optik (Planfeld) läßt sich erreichen, daß der Laserstrahl mehr oder weniger genau in der Beschriftungsebene fokussiert wird.

Das Beschriften von ebenen Beschriftungsflächen ist üblich und wirft im Grunde genommen keine Probleme auf. Man kann auch ebene Ringflächen beschriften, wobei praktisch beliebige Schriftzüge mit beliebiger Orientierung erhalten werden können, indem man die Strahlableitvorrichtung und die Strahlintensität entsprechend steuert.

Häufig ist es erwünscht, Zylindermantelflächen rundum mit einer Beschriftung zu versehen. Solche Zylindermantelflächen sind zum Beispiel die Außenflächen von kleinen Metallringen. Im vorliegenden Zusammenhang soll unter dem Begriff "Zylindermantelfläche" jede Fläche verstanden werden, die entweder einen geschlossenen (ringförmigen) Ausschnitt eines Zylindermantels oder einen Sektor-Ausschnitt eines Zylindermantels, also einer nicht-geschlossenen Mantelfläche entspricht, oder aber die lediglich einer derartigen geschlossenen Ringfläche oder Sektor-Ringfläche angenähert ist, d. h. entweder von der Kreisform geringfügig abweicht oder aber bezüglich der Achse der Rotationssymmetrie bis zu einem gewissen Grad gekrümmt und/oder geneigt ist. Damit umfaßt hier der Begriff "Zylindermantelfläche" auch den Ausschnitt einer Kugeloberfläche.

Zum Rundum-Beschriften von Zylindermantelflächen an metallischen Werkstücken ist es bislang notwendig, das Werkstück mit der Symmetrieachse senkrecht zu dem Laserstrahl anzuordnen und während des Beschriftungsvorgangs zu drehen. Bei einer solchen Anordnung bewegt sich der Laserstrahl lediglich in einem eng begrenzten Bereich der Zylindermantelfläche. Dieser Bereich entspricht angenähert einer Ebene.

Im Vergleich zu der Beschriftung von ebenen Werkstückflächen ist die oben erwähnte Vorrichtung zum Beschriften von Zylindermantelflächen sehr aufwendig; denn es muß eine spezielle Drehvorrichtung vorgesehen sein, die das Werkstück, zum Beispiel einen Ring, unter dem Laserstrahl dreht. Die Werkstücke müssen in der Drehvorrichtung eingespannt werden. Dadurch wird ein automatisches Zuführen und Abtransportieren sehr schwierig. Außerdem ist eine Bewegung des Werkstücks langsamer als die sehr schnelle Strahlbewegung durch die Strahlableitvorrichtung.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zum Beschriften einer Zylindermantelfläche eines Werkstücks der eingangs genannten Art anzugeben, die eine Lasergravur bei erheblich verringertem mechanischem Aufwand gestattet.

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, daß statt der normalen Fokussieroptik ein fokussierender Spiegel verwendet wird, der als rotationssymmetrischer Ringspiegel oder als Ringspiegelsektor mit in der die Symmetrieachse enthaltenden Ebene gekrümmter Spiegelfläche ausgebildet ist.

In der bevorzugten Ausführungsform handelt es sich um einen geschlossenen Ringspiegel mit gekrümmter Spiegelfläche. Ein solcher Ringspiegel eignet sich vorzüglich zum Beschriften der Mantelfläche von beispielsweise kleinen Metallringen. Der Metallring wird so angeordnet, daß seine Symmetrieachse mit derjenigen des Ringspiegels zusammenfällt. Der Laserstrahl wird dann von dem Ringspiegel auf die Zylindermantelfläche gelenkt, so daß eine Rundum-Beschriftung vorgenommen werden kann, während das Werkstück stillsteht.

In einer weniger günstigen Ausführungsform kann auch ein Spiegelsektor eingesetzt werden, so daß der Laserstrahl nur in dem dadurch definierten Sektorbereich angelenkt wird. Diese Variante ist zum Beispiel dann möglich, wenn nur ein begrenzter Umfangsabschnitt der Zylindermantelfläche beschriftet werden soll.

Vorzugsweise ist die Vorrichtung derart ausgestaltet, daß das Werkstück axial versetzt außerhalb des Ringspiegels liegt. Zwar kann grundsätzlich das Werkstück auch ganz oder teilweise im Inneren des Ringspiegels liegen, dann jedoch muß jedes einzelne Werkstück zum Beschriften in den Ringspiegel hinein und anschließend wieder aus dem Ringspiegel herausbewegt werden. Durch die genannte erfindungsgemäße Maßnahme können die zu beschriftenden Werkstücke auf einem Fließband oder dergleichen angeordnet werden, welches intermittierend derart bewegt wird, daß das Werkstück jeweils symmetrisch zu dem Ringspiegel positioniert ist.

Wenn man mit einem konischen Ringspiegel arbeitet, um beispielsweise die Stirnfläche eines Rings zu beschriften, ist nur eine Fokussierung in einer Achse möglich. Durch die erfindungsgemäß vorgesehene Krümmung des Ringspiegels in der die Symmetrieachse schneidenden Ebene erhält man einen in zwei Achsen fokussierenden Ringspiegel. Man erreicht eine annähernd astigmatismusfreie Fokussierung in der Beschriftungsfläche.

Die spezielle Form der Spiegelfläche hängt ab von der Geometrie der Anlage sowie Form und Größe der zu beschriftenden Zylindermantelflächen. Vorzugsweise sieht die Erfindung vor, daß die Spiegelfläche einem elliptischen oder annähernd elliptischen Hohlspiegel entspricht. Mit einem solchen Ringspiegel erreicht man eine Fokussierung des Laserstrahls auf der Zylindermantelfläche, unabhängig von der Ablenkstellung des Laserstrahls. Unter Umständen, beispielsweise bei zur Symmetrieachse etwas geneigten Zylindermantelflächen oder bei gekrümmten Zylindermantelflächen kann es notwendig sein, einen Kompromiß zwischen einem elliptischen Hohlspiegel und einem parabolischen Hohlspiegel zu wählen. Die Lage des Fokus hängt von der Krümmung der Spiegelfläche und der Konvergenz bzw. Divergenz des Laserstrahls ab. Durch eine geeignete Vorfokussierung kann man die Konvergenz und damit die Fokussierung einstellen. Die spezielle Auswahl der Krümmungsform für den Ringspiegel erfolgt anhand von vorab durchzuführenden Berechnungen, bei denen insbesondere die Parameter "Vorfokussierung" und "Spiegelkrümmung" in Grenzen variiert werden, um zu erreichen, daß praktisch unabhängig von dem Ausmaß der Strahlableitung stets eine Fokussierung in der Be-

schriftungsfläche erreicht wird. Durch die Vorfokussierung wird ein divergierender oder konvergierender Strahl erzeugt, derart, daß die Brennpunkte jedes wie auch immer abgelenkten Strahls in der Beschriftungsfläche liegen.

Wenn — wie oben erwähnt — das Werkstück axial versetzt außerhalb des Ringspiegels liegt, trifft der Laserstrahl in einem vergleichsweise spitzen Winkel bezüglich der Symmetrieachse auf die Zylindermantelfläche, verglichen mit einer Anordnung des Werkstücks vollständig oder teilweise im Inneren des Ringspiegels, bei der der Laserstrahl fast rechtwinklig zur Symmetrieachse auftrifft. Insbesondere bei außerhalb des Ringspiegels liegendem Werkstück bietet sich zur Beschriftung vornehmlich die äußere Zylindermantelfläche eines Werkstücks an. Betrachtet man aber zum Beispiel einen Metallring, der aus einem Rohr ausgeschnitten ist, so gibt es noch eine zweite, innere Zylindermantelfläche. Grundsätzlich ist es möglich, mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung auch die innere Zylindermantelfläche zu beschriften. Naturgemäß verlaufen dann die von dem Ringspiegel reflektierten Laserstrahlen durch die Symmetrieachse, bevor sie auf die innere Zylindermantelfläche des Werkstücks auftreffen.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Vorrichtung zum Beschriften einer Zylindermantelfläche eines Metallrings,

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines Metallrings als typisches Werkstück mit einer Zylindermantelfläche für eine Beschriftung, und

Fig. 3 eine Skizze, welche mögliche Strahlverläufe von abgelenkten Laserstrahlen und die dazugehörigen Brennpunkte in einer Zylindermantelfläche veranschaulicht.

Es soll zunächst auf Fig. 2 Bezug genommen werden, die in perspektivischer Darstellung einen kleinen Metallring 1 zeigt, bei dem es sich zum Beispiel um ein von einem Rohr abgeschnittenes Werkstück handelt. Der Ring 1 besitzt eine obere Stirn-Ringfläche 11, eine untere Stirn-Ringfläche 12, eine äußere Mantelfläche 13 und eine innere Mantelfläche 14. Auf der äußeren Mantelfläche 13, bei der es sich also um eine Zylindermantelfläche handelt, befindet sich eine mittels Lasergravur eingebrachte Beschriftung 15, hier ist das Wort "Lasergravur" eingraviert.

Die Zylindermantelfläche 13 entspricht einem Ausschnitt aus einem Zylindermantel Z, wie unterhalb des Rings 13 durch gestrichelte Linien angedeutet ist. oberhalb des Werkstücks 1 ist durch gestrichelte Linien eine Kugelfläche K angedeutet. Dies deshalb, um zu verdeutlichen, daß es sich bei der zu beschriftenden Zylindermantelfläche 13 auch um einen Kugelausschnitt handeln kann. In diesem Fall erhält man natürlich eine nur angenäherte Zylindermantelfläche, die bezüglich der Symmetrieachse etwas gekrümmt ist. Auch solche Flächen lassen sich mit der im folgenden zu beschreibenden Vorrichtung beschriften.

Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung zum Beschriften jeweils einer Zylindermantelfläche 13 eines Werkstücks 1. Auf einer intermittierend bewegten Werkstückauflage 2 befinden sich mehrere Werkstücke 1, die gleichen oder annähernd gleichen Außendurchmesser aufweisen. Oberhalb des mittleren Werkstücks 1 befindet sich in symmetrischer Anordnung zu dem Werkstück 1 ein Ringspiegel 3 mit einer Spiegelfläche 4, die einem Ausschnitt oder Segment eines elliptischen Hohlspiegels

entspricht. Die Rotationssymmetrieachse 16 der Spiegelfläche 4 fällt zusammen mit der Symmetrieachse des Werkstücks 1.

Oberhalb des Ringspiegels 3 befindet sich eine Strahlableitenkeinheit, bestehend aus zwei Ablenkspiegeln 5 und 6, die um um 90° gegeneinander versetzte Achsen verschwenkbar sind, so daß ein von einem Lasergerät 8 abgegebener Laserstrahl nach Durchlaufen einer Vorfokussierungsoptik 7 derart abgelenkt werden kann, daß er irgendeinen Verlauf innerhalb eines Raums nehmen kann, der oberhalb des Ringspiegels 3 durch zwei Kegelmantelflächen definiert wird. Dies ist in Fig. 1 für die Längsschnittebene durch jeweils mehrere Laserstrahlen L angedeutet.

Von der Spiegelfläche 4 werden die Laserstrahlen L reflektiert und treffen auf die Zylindermantelfläche 13 des Werkstücks 1 auf.

Um eine für eine Gravur ausreichende Energiedichte zu erreichen, muß der Brennpunkt jedes Laserstrahls etwa in der Beschriftungsfläche, hier also in der Zylindermantelfläche 13 liegen.

Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt aus dem Ringspiegel 3 mit mehreren Bündeln L1, L2, ..., L5 von möglichen Laserstrahlen, wobei die Vorfokussierung derart eingestellt ist, daß die Strahlen zunächst zur Spiegelfläche 4 hin konvergieren und schließlich ihren Brennpunkt im Bereich der Zylindermantelfläche 13 haben. Dort sind in Fig. 3 zwei Brennpunkte P1 und P4 für die Laserstrahlbündel L1 bzw. L4 angedeutet.

Mit Hilfe einer Steuerung 20 (Fig. 1) wird nach Maßgabe der gewünschten Beschriftung die Intensität des von dem Lasergerät 8 abgegebenen Laserstrahls variiert. Ferner wird die Ablenkung der Ablenkspiegel 5 und 6 von der Steuerung 20 gesteuert. Auch wird von der Steuerung 20 eine geeignete Vorfokussierung eingestellt.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, können mit der dort dargestellten Anlage auch Ringe mit kleinerem Durchmesser auf ihrer Außenfläche beschriftet werden.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Beschriften einer Zylindermantelfläche (13) eines Werkstücks (1) mittels Lasergravur, mit einer Laserstrahlquelle (8, 9), einer steuerbaren Strahlableitenkeinheit (5, 6), die den Laserstrahl abhängig von der zu erzielenden Beschriftung (15) auf einen fokussierenden Spiegel (3) lenkt, der den Laserstrahl (L) auf die Beschriftungsfläche (13) reflektiert, dadurch gekennzeichnet, daß der fokussierende Spiegel als rotationssymmetrischer Ringspiegel (3) oder Ringspiegelsektor mit in der die Symmetrieachse (16) enthaltenden Ebene gekrümmter Spiegelfläche (4) ausgebildet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Symmetrieachse (16) des geschlossenen Ringspiegels (3) mit der Symmetrieachse der Beschriftungsfläche (13) zusammenfällt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück axial versetzt außerhalb des Ringspiegels (3) liegt.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegelfläche (4) einem elliptischen, annähernd elliptischen oder parabolischen Hohlspiegel entspricht.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vorfokussierungsoptik (7) vorgesehen ist, die zusammen mit

dem Ringspiegel den Laserstrahl (L1, L2....L5) in  
praktisch jeder Ablenkstellung in der Beschriftungsfläche (15) fokussiert.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

— Leerseite —

